

Rec'd PCT/PTO 05 APR 2005

PCT/JP 03/11524

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09.09.03

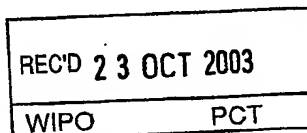
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   7 月 2 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 2 0 3 2 1 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 3 - 2 0 3 2 1 4 ]

出 願 人      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

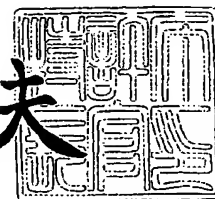


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 3 6 8 1

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1031025  
【提出日】 平成15年 7月29日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02K 29/00  
F02N 11/04  
F02N 11/08  
H02K 7/10

## 【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 久須美 秀年

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003207  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100064746  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 深見 久郎

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085132  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 森田 俊雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100112715  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-313925

【出願日】 平成14年10月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発電電動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発電機および電動機として機能するモータと、  
前記モータに供給される電流を制御する複数のスイッチング素子と、  
前記複数のスイッチング素子を連結するバスバーとを備え、  
前記バスバーと前記スイッチング素子との面積比率は、5 以上である、発電電動装置。

【請求項 2】 前記バスバーと前記スイッチング素子との間に設けられ、前記バスバーと前記スイッチング素子との熱膨張差を吸収する緩衝材をさらに備える、請求項 1 に記載の発電電動装置。

【請求項 3】 前記緩衝材は、銅系またはアルミ系材質からなる、請求項 4 または請求項 2 に記載の発電電動装置。

【請求項 4】 前記バスバーは、銅からなる、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発電電動装置。

【請求項 5】 前記バスバーは、前記モータの端面に設けられ、円弧形状を有する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の発電電動装置。

【請求項 6】 前記バスバーは、  
電源ラインを構成する第 1 のバスバーと、  
前記モータのコイルに接続される第 2 のバスバーと、  
アースラインを構成する第 3 のバスバーとを含み、  
前記複数のスイッチング素子は、  
前記第 1 のバスバー上に設置された複数の第 1 のスイッチング素子と、  
前記第 2 のバスバー上に設置された複数の第 2 のスイッチング素子とを含み、  
前記発電電動装置は、  
前記複数の第 1 のスイッチング素子を前記第 2 のバスバーに接続する複数の第 1 の平面電極と、  
前記複数の第 2 のスイッチング素子を前記第 3 のバスバーに接続する複数の第 2 の平面電極とをさらに備える、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の

発電電動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、発電機および電動機として機能するモータに流す電流を制御する複数のスイッチング素子に対する冷却効果を有する発電電動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

車両に搭載されるエンジンを始動する三相電動機の機能と、バッテリーを充電する三相交流発電機の機能とを併せ持つ始動発電機が特開平2-266855号公報に開示されている。

【0003】

図13を参照して、特開平2-266855号公報に開示された始動発電機300は、モータ部301と、駆動部302とを備える。モータ部301は、固定子および回転子を含む。駆動部302は、モータ部301の端面301Aに設けられる。そして、駆動部302は、筒部材302Aと、パワーモジュール302Bとを含む。パワーモジュール302Bは、筒部材302Aの表面に形成される。すなわち、パワーモジュール302Bは、筒部材302Aの半径方向303に垂直な方向、およびモータ部301の回転軸301Bの長手方向304に配置される。

【0004】

そして、パワーモジュール302Bは、モータ部301に含まれるコイルに電流を流して回転子が所定のトルクを出力するようにモータ部301を駆動し、モータ部301の回転子がエンジンの回転力により回転することにより3つの固定子に誘起された交流電圧を直流電圧に変換してバッテリーを充電する。

【0005】

このように、パワーモジュール302Bは、モータ部301の端面301Aに設けられ、モータ部301を電動機または発電機として駆動する。

【0006】

【特許文献1】

特開平2-266855号公報

【0007】

【特許文献2】

特開平11-284122号公報

【0008】

【特許文献3】

特開平4-11757号公報

【0009】

【特許文献4】

特開平9-143649号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の始動発電機では、パワーモジュールは、回転軸を中心とした半径方向に垂直な方向および回転軸の長手方向に配置されるため、モータの駆動を制御する制御回路を小型化することが困難であるという問題があった。

【0011】

また、従来の始動発電機においては、パワーモジュールを十分に冷却することができないという問題があった。

【0012】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、制御回路の占有面積を低減し、かつ、スイッチング素子に対する冷却効果を有する発電電動装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、発電電動装置は、モータと、複数のスイッチング素子と、バスバーとを備える。モータは、発電機および／または電動機として機能する。複数のスイッチング素子は、モータに供給される電流を制御する。バスバーは、

複数のスイッチング素子を連結する。そして、バスバーとスイッチング素子との面積比率は、5以上である。

【0014】

好ましくは、発電電動装置は、緩衝材をさらに備える。緩衝材は、バスバーとスイッチング素子との間に設けられ、バスバーとスイッチング素子との熱膨張差を吸収する。

【0015】

好ましくは、緩衝材は、銅系またはアルミ系材質からなる。

好ましくは、バスバーは、銅からなる。

【0016】

好ましくは、バスバーは、モータの端面に設けられ、円弧形状を有する。

好ましくは、バスバーは、第1～第3のバスバーを含む。第1のバスバーは、電源ラインを構成する。第2のバスバーは、モータのコイルに接続される。第3のバスバーは、アースラインを構成する。また、複数のスイッチング素子は、複数の第1のスイッチング素子と、複数の第2のスイッチング素子とを含む。複数の第1のスイッチング素子は、第1のバスバー上に設置される。複数の第2のスイッチング素子は、第2のバスバー上に設置される。発電電動装置は、第1および第2の平面電極をさらに備える。第1の平面電極は、複数の第1のスイッチング素子を第2のバスバーに接続する。第2の平面電極は、複数の第2のスイッチング素子を第3のバスバーに接続する。

【0017】

この発明による発電電動装置においては、モータの固定子に流す電流を制御する複数のスイッチング素子は、バスバーと同じ材質から成る緩衝材を介してバスバーに固定される。そして、複数のスイッチング素子で発生した熱は、緩衝材または緩衝材および平面電極を介してバスバーへ伝達される。

【0018】

また、この発明による発電電動装置においては、モータの固定子に流す電流を制御するスイッチング素子の面積と、バスバーの面積との面積比率が5以上に設定される。

## 【0019】

したがって、この発明によれば、スイッチング素子を効果的に冷却することができる。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

## 【0021】

図1を参照して、この発明による発電電動装置100は、ツェナーダイオード21、DT1～DT3と、MOSトランジスタTr1～Tr6と、電源26と、MOSドライバ27と、オルタネータ50と、カスタムIC70と、電極板81、82A～82C、83と、基板84と、端子84A～84Dと、配線85A～85D、86A～86Dとを備える。

## 【0022】

電極板81、82A～82C、83および基板84は、オルタネータ50の端面に形成される。電極板81、82A～82Cは、銅(Cu)からなる。電極板81は、円弧形状を有し、オルタネータ50の回転軸50Aの周囲に設けられる。電極板82A～82Cは、電極板81の外側に電極板81を取り囲むように設けられる。そして、電極板82A～82Cは、所定の間隔を空けて配置される。電極板83は、回転軸50Aからの距離が電極板82A～82Cとほぼ同じ位置に配置される。そして、電極板83の一部は、電極板82A～82Cの下に配置される。基板84は、電極板81の円弧形状の切欠部に電極板81、82A～82C、83の面内方向と同じ方向に配置される。

## 【0023】

MOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5は、電極板81上に配置され、MOSトランジスタTr2およびツェナーダイオードDT1は、電極板82A上に配置され、MOSトランジスタTr4およびツェナーダイオードDT2は、電極板82B上に配置され、MOSトランジスタTr6およびツェナーダイオードDT3は、電極板82C上に配置される。



## 【0024】

MOSトランジスタTr1は、ドレインが電極板81に接続され、ソースが電極板82Aに接続される。MOSトランジスタTr2は、ドレインが電極板82Aに接続され、ソースが電極板83に接続される。ツェナーダイオードDT1は、一方端子が電極板82Aに接続され、他方端子が電極板83に接続される。そして、電極板82Aは、オルタネータ50のU相コイルの一方端51Aに接続される。

## 【0025】

MOSトランジスタTr3は、ドレインが電極板81に接続され、ソースが電極板82Bに接続される。MOSトランジスタTr4は、ドレインが電極板82Bに接続され、ソースが電極板83に接続される。ツェナーダイオードDT2は、一方端子が電極板82Bに接続され、他方端子が電極板83に接続される。そして、電極板82Bは、オルタネータ50のV相コイルの一方端52Aに接続される。

## 【0026】

MOSトランジスタTr5は、ドレインが電極板81に接続され、ソースが電極板82Cに接続される。MOSトランジスタTr6は、ドレインが電極板82Cに接続され、ソースが電極板83に接続される。ツェナーダイオードDT3は、一方端子が電極板82Cに接続され、他方端子が電極板83に接続される。そして、電極板82Cは、オルタネータ50のW相コイルの一方端53Aに接続される。

## 【0027】

したがって、MOSトランジスタTr1, Tr2は、電極板82Aを介して電極板81と電極板83との間に直列に接続される。また、MOSトランジスタTr3, Tr4は、電極板82Bを介して電極板81と電極板83との間に直列に接続される。さらに、MOSトランジスタTr5, Tr6は、電極板82Cを介して電極板81と電極板83との間に直列に接続される。そして、電極板82A～82Cは、それぞれ、オルタネータ50のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルに接続される。

## 【0028】

基板84は、セラミック基板からなる。そして、電源26、カスタムIC70、MOSドライバ27および端子84A～84Dは、基板84上に配置される。そして、電源26、カスタムIC70およびMOSドライバ27は、基板84上で樹脂モールドされる。

## 【0029】

端子84Aは、信号M/Gを受け、その受けた信号M/Gを配線85Aを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Bは、信号RLOを受け、その受けた信号RLOを配線85Bを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Cは、信号CHGLを受け、その受けた信号CHGLを配線85Cを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Dは、バッテリー10から出力された直流電圧を受け、その受けた直流電圧を配線85Dを介して電源26へ供給する。

## 【0030】

配線86A～86Fは、基板84から電極板81、82A～82Cへ配線する場合に、回転軸50Aと電極板81との間の空間部において回転軸50Aを取り囲む円周に沿って配置される。そして、配線86Bは、点Cで曲げられ、電極板81の下側を通過して電極板82Aまで配線される。また、配線86Dは、点Dで曲げられ、電極板81の下側を通過して電極板82Bまで配線される。さらに、配線86Fは、点Eで曲げられ、電極板81の下側を通過して電極板82Cまで配線される。

## 【0031】

MOSドライバ27は、配線86A～86Fを介してそれぞれMOSトランジスタTr1～Tr6のゲートへ制御信号を出力する。

## 【0032】

ツェナーダイオード21は、基板84と電極板81、83との間の空間部に配置され、電極板81と電極板83との間に接続される。また、コンデンサ22は、基板84と電極板81、82C、83との間の空間部に配置され、電極板81と電極板83との間に接続される。

## 【0033】

なお、電極板 81 は、後述する正母線として機能し、その一方端が端子 87 に接続される。そして、電極板 81 は、直流電源から出力された直流電圧を端子 87 を介して受ける。また、電極板 83 は、後述する負母線として機能する。

#### 【0034】

図 2 は、図 1 に示す MOS トランジスタ  $Tr1$  の平面図と MOS トランジスタ  $Tr1$  および電極板 81, 82A の断面図とを示す。図 2 を参照して、MOS トランジスタ  $Tr1$  は、ゲート G、ソース S およびドレイン D を備える。ゲート G は、配線 86A に接続される。また、ソース S は、ゲート G の横に配置され、配線 GL によって電極板 82A に接続される。したがって、MOS トランジスタ  $Tr1$  は、ゲート G が配線 86A に接続され易く、かつ、ソース S が配線 GL によって電極板 82A に接続され易くするために、ゲート G を回転軸 50A 側に向け、ソース S を電極板 82A 側に向けて配置される。ドレイン D は電極板 81 に接続される。

#### 【0035】

MOS トランジスタ  $Tr2 \sim Tr6$  の各々は、MOS トランジスタ  $Tr1$  と同じようにゲート G、ソース S およびドレイン D を備え、MOS トランジスタ  $Tr1$  と同じように配置される。

#### 【0036】

MOS トランジスタ  $Tr1 \sim Tr6$  のような大型パワー素子においては、上述したように、ゲート G を素子周辺部のある一辺の中央部に設けることが多い。これは、素子外部からの信号入力線をできる限り短くするためと、出力端子用のパッドをできる限り大きくするためである。

#### 【0037】

したがって、MOS トランジスタ  $Tr1 \sim Tr6$  のドレイン D を素子の裏面に設けた場合、ソース S からの配線 GL は、ゲート G が存在する側と反対側に取出されるように実装される。

#### 【0038】

そうすると、MOS トランジスタ  $Tr1 \sim Tr6$  を電極板 81, 82A, 82B, 82C 上に配置する場合、配線 86A, 86B, 86C, 86D, 86E,

86F, GLを短くするには、ゲートGが回転軸50A側に向き、ソースSが外周側に向くようにMOSトランジスタTr1~Tr6を配置する必要がある。

【0039】

そして、MOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5は、オルタネータ50の各相コイルに流す電流を制御するインバータの上アームを構成し、MOSトランジスタTr2, Tr4, Tr6は、オルタネータ50の各相コイルに流す電流を制御するインバータの下アームを構成するので、MOSトランジスタTr1~Tr6の配置方向を考慮すると、電極板81を最内周に配置し、電極板82A, 82B, 82C, 83を電極板81の外側に配置するのが、MOSトランジスタTr1~Tr6の冷却効率を高くし（MOSトランジスタTr1~Tr6をオルタネータ50の端面の内周側に配置した方が外部からオルタネータ50に吸入される空気流によってMOSトランジスタTr1~Tr6を冷却できる。）、または配線86A, 86B, 86C, 86D, 86E, 86F, GLを短くする観点から最良である。

【0040】

また、電極板83の配置に関しては、電極板83は、負母線を構成するものであり、オルタネータ50のカバーまたはフレームに接続して接地することも可能であるので、最外周側に配置するのが効率的である。

【0041】

したがって、電極板81を最内周に配置し、電極板82A, 82B, 82C, 83を電極板81の外側に配置することにしたものである。

【0042】

図3は、図1に示すA-A線における断面から見たオルタネータ50の断面構造図である。図3を参照して、回転軸50Aにロータ55が固定され、ロータコイル54がロータ55に巻回される。固定子56, 57がロータ55の外側に固定され、U相コイル51が固定子56に巻回され、V相コイル52が固定子57に巻回される。なお、図3においては、W相コイルが巻回された固定子は省略されている。

【0043】

回転軸50Aの一方端には、プーリ160が連結されており、オルタネータ50が発生したトルクをベルトを介してエンジンのクランク軸または補機類へ伝達するとともに、エンジンのクランク軸からの回転力を回転軸50Aに伝達する。

【0044】

プーリ160が連結された回転軸50Aの一方端と反対側の他方端側には、電極板81、83が回転軸50Aを取り囲むように配置される。また、ブラシ58が回転軸50Aに接するように配置される。基板84が回転軸50Aの上側に設置され、コンデンサ22が基板84の手前に配置される。

【0045】

電極板81を挟んでコンデンサ22と反対側にMOSトランジスタ40が設置される。MOSトランジスタ40は、ドレインが電極板81に接続され、ソースがロータコイル54に接続される。オルタネータ50が発電するとき、その発電量は、ロータコイル54に流れるロータ電流によって決定される。したがって、MOSトランジスタ40は、オルタネータ50が指令発電量を発電するために必要なロータ電流をロータコイル54に流す。

【0046】

このように、オルタネータ50の発電量を決定するロータ電流を制御するMOSトランジスタ40は、B方向から見た場合に基板84の裏側に配置される。

【0047】

図4は、図1に示すMOSトランジスタTr1が配置された領域の断面図を示す。図4を参照して、緩衝材812は、半田811により電極板81に接着される。そして、MOSトランジスタTr1は、半田813によって緩衝材812に接着される。緩衝材812は、銅(Cu)または銅-モリブデン、銅-タンゲステンなどの銅系の材料からなり、その厚さは、0.1~2.0mmの範囲である。つまり、緩衝材812は、電極板81と同じ材質からなる。また、半田811、813は、PbフリーのAg-Cu-Sn系の半田である。そして、緩衝材812は、電極板81とMOSトランジスタTr1との間の熱膨張差を吸収する。したがって、MOSトランジスタTr1が動作することにより温度が上昇し、電極板81およびMOSトランジスタTr1が膨張しても、緩衝材812は、MO

SトランジスタTr1が電極板81から剥離するのを防止する。

【0048】

図5を参照して、従来、MOSトランジスタTr1の実装部は、DBC (Direct Bond Copper) 820と、AlSiC/CuMo等から成るヒートシンク830とにより構成されていた。DBC820は、セラミック821の両側に銅(Cu)822, 823を形成した断面構造を有する絶縁基板である。そして、MOSトランジスタTr1は、DBC820を介してヒートシンク830上に設置されていた。また、MOSトランジスタTr1は、DBC820の銅(Cu)の代わりにアルミニウム(Al)を用いたDBA (Direct Bond Aluminum) を介してヒートシンク830上に設置されていた。このような方法でMOSトランジスタTr1をヒートシンク830上に設置した場合、セラミック821は絶縁物であるので、MOSトランジスタTr1で発生した熱がヒートシンク830へ伝達されにくく、MOSトランジスタTr1の冷却が不十分である。

【0049】

これに対して、図4に示すように、電極板81と同じ材質から成る緩衝材812によってMOSトランジスタTr1を電極板81上に直接配置した場合、MOSトランジスタTr1と電極板81との間には金属しか存在しない。また、緩衝材812および電極板81は、シリコン(Si)から成るMOSトランジスタTr1よりも熱伝導率が高い。したがって、MOSトランジスタTr1で発生した熱は、ヒートシンクとしての電極板81に伝達され易く、MOSトランジスタTr1は効果的に冷却される。

【0050】

このように、この発明においては、MOSトランジスタTr1を電極板81と同じ材質もしくは同系金属からなる緩衝材812を介して電極板81上に設置することを特徴とする。そして、電極板81と同じ材質もしくは同系金属により緩衝材812を構成する場合、その厚さが重要であり、上述したように厚さを0.1~2.0mmの範囲に設定することにより緩衝材として機能させることができる。

## 【0051】

また、緩衝材 812 は、電極板 81 と同じ材質で構成されていなくてもよい。たとえば、緩衝材 812 は、銅 (Cu) に代えてアルミニウム (Al) により構成されていてもよい。さらに、緩衝材 812 は、アルミ系の材質により構成されていればよい。この場合も、緩衝材 812 の厚さは 0.1 ~ 2.0 mm の範囲である。

## 【0052】

MOS トランジスタ Tr2 ~ Tr6 についても、MOS トランジスタ Tr1 と同じように電極板 81, 82A ~ 82C 上に固定される。

## 【0053】

図 6 および図 7 を参照して、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 と電極板 81, 82A ~ 82C との面積比率について説明する。図 6 を参照して、オルタネータ 50 の回転軸 50A の中心を O として、電極板 81 の両端が中心 O と成す角度を  $\theta 1$  とする。そして、電極板 82A の両端が中心 O と成す角度を  $\theta 2$  とする。

## 【0054】

また、電極板 81 の内径を D1 とし、電極板 81 の外径を D2 とする。さらに、電極板 82A ~ 82C は、電極板 81 と同様に円弧状に配置されるため、電極板 82A の内径を D3 とし、電極板 82A の外径を D4 とする。

## 【0055】

この実施の形態においては、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 のサイズを 3 mm 角、内径 D1 を 40 mm、外径 D2 を 70 mm、内径 D3 を 75 mm、外径 D4 を 120 mm にそれぞれ固定し、角度  $\theta 1$  を 80 ~ 150° の範囲で変化させ、角度  $\theta 2$  を 70 ~ 90° の範囲で変化させて、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 の温度が許容限界以下になるときの MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 と電極板 81, 82A ~ 82C との面積比率を求めた。

## 【0056】

角度  $\theta 1$  が 84° であり、角度  $\theta 2$  が 78° である場合における電極板 81, 82A の面積および MOS トランジスタ Tr1, Tr2 と電極板 81, 82A との面積比率を表 1 に示す。

【0057】

【表1】

(mm <sup>2</sup> )		
素子	9*9	81

		(mm <sup>2</sup> )		(倍)
バスバ径	40	P極	520	6.4
	70			
	75	U相	760	9.4
	120			

【0058】

表1において、「P極」は電極板81を意味し、P極の面積：520mm<sup>2</sup>は、1つのMOSトランジスタTr1に対する電極板81の面積を意味する。つまり、P極の面積：520mm<sup>2</sup>は、電極板81の全体の面積の3分の1に相当する。

【0059】

3つのMOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5が電極板81上に設置されるため、電極板81の全体面積に1/3を乗算した面積を用いないと、1つのMOSトランジスタと電極板との正確な面積比率を求めることができないからである。

【0060】

また、表1における「U相」は、電極板82Aを意味する。

MOSトランジスタTr3、Tr5と電極板81との面積比率は、表1のP極に示した数値と同じであり、MOSトランジスタTr4と電極板82Bとの面積比率およびMOSトランジスタTr6と電極板82Cとの面積比率は、表1のU相に示した数値と同じである。

【0061】

上述した数値を用いて電極板81、82A～82Cの面積を計算した場合、電極板81の面積がMOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5の面積の6.4倍あるとき、MOSトランジスタTr1～Tr6の温度が許容限界以下になった。



## 【0062】

角度 $\theta 1$ を $135^\circ$ から小さくすることにより、電極板81の面積が大きくなり、角度 $\theta 2$ を角度 $75^\circ$ から大きくすることにより、電極板82Aの面積が大きくなる。

## 【0063】

したがって、角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ を変化させて電極板81、82A～82Cの面積を変え、MOSトランジスタと電極板との面積比率と、MOSトランジスタTr1～Tr6の温度との関係を調べた。

## 【0064】

図7は、MOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係を示す。図7において、縦軸は素子温度上昇を表わし、横軸はバスバー面積／素子面積を表わす。また、バスバー面積とは、電極板81、82A～82Cの面積を意味する。さらに、曲線k1は、過渡時、すなわち、モータ動作時を意味し、曲線k2は、発電動作時を意味する。

## 【0065】

図7を参照して、曲線k1で表わされるモータ動作時の方が、曲線k2で表わされる発電動作時よりもMOSトランジスタTr1～Tr6の温度が上昇する。したがって、この発明においては、曲線k1において素子の温度上昇が許容限界以下になる面積比率以上の面積比率を有するようにMOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81、82A～82Cの面積とを決定する。すなわち、面積比率（＝バスバー面積／素子面積）が6以上になるように、MOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81、82A～82Cの面積を決定する。

## 【0066】

これにより、MOSトランジスタTr1～Tr6で発生した熱は、緩衝材812を介して電極板81、82A～82Cに伝達され、MOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇が許容限界以下になるようにMOSトランジスタTr1～Tr6が冷却される。

## 【0067】

図8は、発電電動装置100およびバッテリー10の回路ブロック図を示す。制

御回路20は、基板84と電極板81、83との間に配置されたツェナーダイオード21と、基板84と電極板81、82C、83との間に配置されたコンデンサ22と、電極板81上に配置されたMOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5と、それぞれ電極板82A～82C上に配置されたMOSトランジスタTr2、Tr4、Tr6と、基板84上に配置された電源26、MOSドライバ27、カスタムIC70、MOSトランジスタ40およびダイオード41を含む。

**【0068】**

MOSトランジスタTr1、Tr2は、U相アーム23を構成し、MOSトランジスタTr3、Tr4は、V相アーム24を構成し、MOSトランジスタTr5、Tr6は、W相アーム25を構成する。

**【0069】**

カスタムIC70は、同期整流器28および制御部29、30からなる。回転角センサー60は、オルタネータ50に内蔵される。

**【0070】**

オルタネータ50は、U相コイル51と、V相コイル52と、W相コイル53と、ロータコイル54とを含む。そして、U相コイル51の一方端51Aは、MOSトランジスタTr1とMOSトランジスタTr2との間のノードN1に接続される。V相コイル52の一方端52Aは、MOSトランジスタTr3とMOSトランジスタTr4との間のノードN2に接続される。W相コイル53の一方端53Aは、MOSトランジスタTr5とMOSトランジスタTr6との間のノードN3に接続される。

**【0071】**

フューズFU1は、バッテリー10の正極と制御回路20との間に接続される。つまり、フューズFU1は、ツェナーダイオード21よりもバッテリー10側に配置される。このように、フューズFU1をツェナーダイオード21よりもバッテリー10側に配置することにより、過電流検知が不要になり、制御回路20を小型化できる。フューズFU2は、バッテリー10の正極と電源26との間に接続される。

**【0072】**

ツェナーダイオード 21 およびコンデンサ 22 は、正母線 L1 と負母線 L2 との間に並列に接続される。

【0073】

U相アーム 23、V相アーム 24 および W相アーム 25 は、正母線 L1 と負母線 L2 との間に並列に接続される。ツェナーダイオード DT1 は、ノード N1 と負母線 L2 との間に MOS トランジスタ Tr2 に並列に接続される。ツェナーダイオード DT2 は、ノード N2 と負母線 L2 との間に MOS トランジスタ Tr4 に並列に接続される。ツェナーダイオード DT3 は、ノード N3 と負母線 L2 との間に MOS トランジスタ Tr6 に並列に接続される。

【0074】

ツェナーダイオード 40 は、バッテリー 10 の正極とノード N4 との間に接続される。ダイオード 41 は、ノード N4 と接地ノード GND との間に接続される。

【0075】

なお、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6、40 に並列に接続されているダイオードは、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6、40 と半導体基板との間に形成される寄生ダイオードである。

【0076】

バッテリー 10 は、たとえば、12V の直流電圧を出力する。ツェナーダイオード 21 は、正母線 L1 と負母線 L2 との間に発生したサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード 21 は、所定の電圧レベル以上のサージ電圧が正母線 L1 と負母線 L2 との間に印加された場合、そのサージ電圧を吸収し、コンデンサ 22 および MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 に印加される直流電圧を所定の電圧レベル以下にする。したがって、コンデンサ 22 の容量および MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 のサイズを、サージ電圧を考慮して大きくしなくてもよい。その結果、コンデンサ 22 および MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 を小型化できる。

【0077】

コンデンサ 22 は、入力された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を U相アーム 23、V相アーム 24 および W相アーム 25 に供給する。MOS ト

ランジスタTr1~Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号をゲートに受け、その受けた制御信号によりオン/オフされる。そして、MOSトランジスタTr1~Tr6は、コンデンサ22から供給された直流電圧によってオルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に流れる直流電流を切換えてオルタネータ50を駆動する。また、MOSトランジスタTr1~Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号によってオルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、バッテリー10を充電する。

【0078】

ツェナーダイオードDT1~DT3は、オルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53が発電するとき、それぞれ、MOSトランジスタTr2, Tr4, Tr6に過電圧が印加されるのを防止する。つまり、ツェナーダイオードDT1~DT3は、オルタネータ50の発電モード時、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25の下アームを保護する。

【0079】

電源26は、バッテリー10から出力される直流電圧をフューズFU2を介して受け、その受けた直流電圧を電圧レベルが異なる2つの直流電圧としてMOSドライバ27へ供給する。より具体的には、電源26は、バッテリー10から受けた12Vの直流電圧に基づいて、たとえば、5Vの直流電圧を生成し、その生成した5Vの直流電圧と、バッテリー10から受けた12Vの直流電圧とをMOSドライバ27へ供給する。

【0080】

MOSドライバ27は、電源26から供給される5Vおよび12Vの直流電圧により駆動される。そして、MOSドライバ27は、同期整流器28からの同期信号に同期してMOSトランジスタTr1~Tr6をオン/オフするための制御信号を生成し、その生成した制御信号をMOSトランジスタTr1~Tr6のゲートへ出力する。より具体的には、MOSドライバ27は、同期整流器28からの同期信号SYNG1~SYNG6に基づいて、オルタネータ50の発電モードにおいてMOSトランジスタTr1~Tr6をオン/オフするための制御信号を

生成し、同期整流器 28 からの同期信号  $SYNM1 \sim SYNM6$  に基づいて、オルタネータ 50 の駆動モードにおいて MOS トランジスタ  $Tr1 \sim Tr6$  をオン／オフするための制御信号を生成する。

#### 【0081】

同期整流器 28 は、制御部 30 から信号  $GS$  を受けると、制御部 29 からのタイミング信号  $TG1 \sim TG6$  に基づいて同期信号  $SYNG1 \sim SYNG6$  を生成し、その生成した同期信号  $SYNG1 \sim SYNG6$  を MOS ドライバ 27 へ出力する。また、同期整流器 28 は、制御部 30 から信号  $MS$  を受けると、制御部 29 からのタイミング信号  $TM1 \sim TM6$  に基づいて同期信号  $SYNM1 \sim SYNM6$  を生成し、その生成した同期信号  $SYNM1 \sim SYNM6$  を MOS ドライバ 27 へ出力する。

#### 【0082】

制御部 29 は、回転角センサー 60 からの角度  $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$  を受け、その受けた角度  $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$  に基づいてオルタネータ 50 に含まれるロータ 55 の回転数  $MRN$  を検出する。

#### 【0083】

角度  $\theta 3$  は、U 相コイル 51 によって発生される磁力の方向とロータコイル 54 によって発生される磁力の方向との角度であり、角度  $\theta 4$  は、V 相コイル 52 によって発生される磁力の方向とロータコイル 54 によって発生される磁力の方向との角度であり、角度  $\theta 5$  は、W 相コイル 53 によって発生される磁力の方向とロータコイル 54 によって発生される磁力の方向との角度である。そして、角度  $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$  は、0 度～360 度の範囲で周期的に変化する。したがって、制御部 29 は、角度  $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$  が所定の期間に 0 度～360 度の範囲で周期的に変化する回数を検出して回転数  $MRN$  を検出する。

#### 【0084】

そして、制御部 29 は、角度  $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$  に基づいて、オルタネータ 50 の U 相コイル 51、V 相コイル 52 および W 相コイル 53 に誘起される電圧  $V_{ui}$ ,  $V_{vi}$ ,  $V_{wi}$  のタイミングを検出し、その検出したタイミングに基づいて、U 相コイル 51、V 相コイル 52 および W 相コイル 53 に誘起された電圧  $V_u$

i,  $V_{vi}$ ,  $V_{wi}$ を直流電圧に変換するためにMOSトランジスタ $Tr_1 \sim Tr_6$ をオン/オフするタイミングを示すタイミング信号 $TG_1 \sim TG_6$ を生成する。

【0085】

また、制御部29は、角度 $\theta_3$ ,  $\theta_4$ ,  $\theta_5$ と、検出した回転数MRNとに基づいて、オルタネータ50を駆動モータとして動作させるためにMOSトランジスタ $Tr_1 \sim Tr_6$ をオン/オフするタイミングを示すタイミング信号 $TM_1 \sim TM_6$ を生成する。

【0086】

そして、制御部29は、生成したタイミング信号 $TG_1 \sim TG_6$ ,  $TM_1 \sim TM_6$ を同期整流器28へ出力する。

【0087】

制御部30は、外部に設けられたエコランECU (Electrical Control Unit) (これについては後述する) から信号M/G、信号RLOおよび信号CHGLを受ける。また、制御部30は、オルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に印加される電圧 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ を受ける。

【0088】

制御部30は、信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を発電機として動作させるか駆動モータとして動作させるかを判定し、発電機として動作させるとき信号GSを生成して同期整流器28へ出力する。一方、制御部30は、オルタネータ50を駆動モータとして動作させるとき、電圧 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ に基づいて、U相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に電流を流す通電方式を決定し、その決定した通電方式でオルタネータ50を駆動するための信号MSを生成して同期整流器28へ出力する。

【0089】

また、制御部30は、信号RLOに基づいて、オルタネータ50が指令発電量を発電するためのロータ電流を演算し、その演算したロータ電流をロータコイル54に流すための信号RCTを生成してMOSトランジスタ40のゲートへ出力

する。

【0090】

さらに、制御部30は、信号CHGLに基づいて、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25のいずれが故障しているかを判定し、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25のいずれかが故障しているとき、MOSトランジスタTr1~Tr6を停止させる。

【0091】

MOSトランジスタ40は、制御部30からの信号RCTに基づいて、バッテリー10からロータコイル54に供給されるロータ電流を所定値に設定する。ダイオード41は、ノードN4から接地ノードGNDへ電流が流れるのを防止する。

【0092】

オルタネータ50は、駆動モータまたは発電機として動作する。そして、オルタネータ50は、駆動モータとして動作する駆動モードにおいて、エンジンの始動時、制御回路20からの制御によって所定のトルクを発生し、その発生した所定のトルクによってエンジンを始動する。また、オルタネータ50は、エンジンの始動時以外、制御回路20からの制御によって所定のトルクを発生し、その発生した所定のトルクによって発電電動装置100が搭載された車両の駆動輪を駆動する。さらに、オルタネータ50は、エンジンの始動時以外、発生した所定のトルクによって補機類を駆動する。

【0093】

一方、オルタネータ50は、発電機として動作する発電モードにおいて、ロータコイル54に流れるロータ電流に応じた交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25へ供給する。

【0094】

回転角センサー60は、角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を検出し、その検出した角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を制御部29へ出力する。

【0095】

発電電動装置100における全体動作について説明する。制御部30は、エコランECUからの信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を発電機として動作

させるか駆動モータとして動作させるかを判定し、発電機として動作させるとき信号GSを生成して同期整流器28へ出力する。また、制御部30は、エコランECUからの信号RLOに基づいて信号RCTを生成してMOSトランジスタ40のゲートへ出力する。

【0096】

そうすると、MOSトランジスタ40は、バッテリー10からロータコイル54に供給されるロータ電流を信号RCTに応じて切換える。そして、オルタネータ50のロータ55は、エンジンの回転力により回転し、オルタネータ50は、指定発電量を発電してU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25へ供給する。

【0097】

一方、制御部29は、回転角センサー60から角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を受け、その受けた角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ に基づいて、上述した方法によってタイミング信号TG1～TG6、TM1～TM6を生成して同期整流器28へ出力する。

【0098】

そうすると、同期整流器28は、制御部30からの信号GSに基づいて、タイミング信号TG1～TG6に同期した同期信号SYNG1～SYNG6を生成してMOSドライバ27へ出力する。MOSドライバ27は、同期信号SYNG1～SYNG6に同期してMOSトランジスタTr1～Tr6をオン／オフするための制御信号を生成してMOSトランジスタTr1～Tr6のゲートへ出力する。

【0099】

そうすると、MOSトランジスタTr1～Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号によってオン／オフされ、オルタネータ50によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してバッテリー10を充電する。

【0100】

この場合、ツェナーダイオードDT1～DT3は、オルタネータ50によって発電された交流電圧にサージ電圧が重畳されていても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオードDT1～DT3は、MOSトランジスタTr2



, Tr 4, Tr 6に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。また、ツェナーダイオード21は、正母線L1と負母線L2との間の直流電圧にサージ電圧が重畳されていても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード21は、MOSトランジスタTr 1, Tr 3, Tr 5に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。

#### 【0101】

制御部30は、信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を駆動モータとして駆動すると判定したとき、電圧Vu, Vv, Vwに基づいて、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25への通電方式を決定し、その決定した通電方式によってオルタネータ50を駆動するための信号MSを生成して同期整流器28へ出力する。

#### 【0102】

制御部29は、回転角センサー60から角度 $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$ を受け、その受けた角度 $\theta 3$ ,  $\theta 4$ ,  $\theta 5$ に基づいて、上述した方法によってタイミング信号TG1~TG6, TM1~TM6を生成して同期整流器28へ出力する。

#### 【0103】

そうすると、同期整流器28は、制御部30からの信号MSに基づいて、タイミング信号TM1~TM6に同期した同期信号SYNM1~SYNM6を生成してMOSドライバ27へ出力する。MOSドライバ27は、同期信号SYNM1~SYNM6に同期してMOSトランジスタTr 1~Tr 6をオン/オフするための制御信号を生成してMOSトランジスタTr 1~Tr 6のゲートへ出力する。

#### 【0104】

そうすると、MOSトランジスタTr 1~Tr 6は、MOSドライバ27からの制御信号によってオン/オフされ、バッテリー10からオルタネータ50のU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25に供給する電流を切換えてオルタネータ50を駆動モータとして駆動する。これにより、オルタネータ50は、エンジンの始動時、エンジンのクランク軸に所定のトルクを供給し、エンジンの始動時以外、駆動輪に所定のトルクを供給する。

## 【0105】

この場合、ツェナーダイオード21は、MOSトランジスタTr1~Tr6がオン/オフされることにより正母線L1と負母線L2との間に発生したサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード21は、MOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。また、ツェナーダイオードDT1~DT3は、MOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5がオン/オフされてMOSトランジスタTr2, Tr4, Tr6にサージ電圧が印加されても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオードDT1~DT3は、MOSトランジスタTr2, Tr4, Tr6に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。

## 【0106】

上述したように、MOSトランジスタTr1~Tr6は、オルタネータ50の端面に設けられた電極板81, 82A~82C, 83上に配置される。このような配置が可能なのは、ツェナーダイオード21, DT1~DT3を設けることにより、MOSトランジスタTr1~Tr6に過電圧が印加されるのを防止し、MOSトランジスタTr1~Tr6のサイズを小さくしたからである。そして、特に、3つのMOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5を1個のツェナーダイオード21によって保護するようにしたため、基板84と電極板81, 83との間の空間部を利用して、3つのMOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5を保護するツェナーダイオード21を配置することが可能になった。

## 【0107】

また、ツェナーダイオード21は、コンデンサ22に過電圧が印加されることも防止するため、コンデンサ22の容量を小さくできる。その結果、コンデンサ22を基板84と電極板81, 82C, 83との間の空間部に配置することが可能になった。

## 【0108】

これらの要因によって、制御回路20は、回路全体が小型化され、オルタネータ50の端面に配置され得る。つまり、制御回路20は、オルタネータ50の回転軸50Aの長手方向ではなく、回転軸50Aの軸方向に垂直な平面内に配置さ

れ得る。

【0109】

そして、MOSトランジスタTr1～Tr6を電極板81, 82A～82Cと同じ材質から成る緩衝材812を介して電極板81, 82A～82Cに固定したので、またはMOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81, 82A～82Cの面積との面積比率を6以上に設定したので、MOSトランジスタTr1～Tr6を効果的に冷却することができるようになった。

【0110】

図9は、発電電動装置100を備えるエンジンシステム200のブロック図を示す。図9を参照して、エンジンシステム200は、バッテリー10と、制御回路20と、オルタネータ50と、エンジン110と、トルクコンバータ120と、オートマチックトランスミッション130と、プーリ140, 150, 160と、ベルト170と、補機類172と、スタータ174と、電動油圧ポンプ180と、燃料噴射弁190と、電動モータ210と、スロットルバルブ220と、エコランECU230と、エンジンECU240と、VSC (Vehicle Stability Control) -ECU250とを備える。

【0111】

オルタネータ50は、エンジン110に近接して配置される。制御回路20は、上述したようにオルタネータ50の端面に配置される。

【0112】

エンジン110は、オルタネータ50またはスタータ174によって始動され、所定の出力を発生する。より具体的には、エンジン110は、エコノミーランニングシステム（「エコラン」とも言う。）による停止後の始動時、オルタネータ50によって始動され、イグニッションキーによる始動時、スタータ174によって始動される。そして、エンジン110は、発生した出力をクランク軸110aからトルクコンバータ120またはプーリ140へ出力する。

【0113】

トルクコンバータ120は、クランク軸110aからのエンジン110の回転をオートマチックトランスミッション130に伝達する。オートマチックトラン

ミッション130は、自動変速制御を行ない、トルクコンバータ120からのトルクを変速制御に応じたトルクに設定して出力軸130aへ出力する。

【0114】

プーリ140は、エンジン110のクランク軸110aに連結される。また、プーリ140は、ベルト170を介してプーリ150、160と連動する。

【0115】

ベルト170は、プーリ140、150、160を相互に連結する。プーリ150は、補機類172の回転軸に連結される。

【0116】

プーリ160は、オルタネータ50の回転軸に連結され、オルタネータ50またはエンジン110のクランク軸110aによって回転される。

【0117】

補機類172は、エアコン用コンプレッサ、パワーステアリングポンプおよびエンジン冷却用ウォーターポンプの1つまたは複数からなる。そして、補機類172は、オルタネータ50からの出力をプーリ160、ベルト170およびプーリ150を介して受け、その受けた出力により駆動される。

【0118】

オルタネータ50は、制御回路20により駆動される。そして、オルタネータ50は、エンジン110のクランク軸110aの回転力をプーリ140、ベルト170およびプーリ160を介して受け、その受けた回転力を電気エネルギーに変換する。つまり、オルタネータ50は、クランク軸110aの回転力により発電する。なお、オルタネータ50が発電する場合には、2つの場合がある。1つは、エンジンシステム200が搭載されたハイブリッド自動車の通常走行時にエンジン110が駆動されることによりクランク軸110aの回転力を受けて発電する場合である。もう1つは、エンジン110は駆動されないが、ハイブリッド自動車の減速時に駆動輪の回転力がクランク軸110aに伝達され、その伝達された回転力を受けて、オルタネータ50が発電する場合である。

【0119】

また、オルタネータ50は、制御回路20によって駆動され、所定の出力をプ

ーリ 160 へ出力する。そして、所定の出力は、エンジン 110 を始動するとき、ベルト 170 およびプーリ 140 を介してエンジン 110 のクランク軸 110 a へ伝達され、補機類 172 を駆動するとき、ベルト 170 およびプーリ 150 を介して補機類 172 へ伝達される。

#### 【0120】

バッテリー 10 は、上述したように、12V の直流電圧を制御回路 20 へ供給する。

#### 【0121】

制御回路 20 は、エコラン ECU 230 からの制御によって、上述したように、バッテリー 10 からの直流電圧を交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によってオルタネータ 50 を駆動する。また、制御回路 20 は、エコラン ECU 230 からの制御によって、オルタネータ 50 が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧によってバッテリー 10 を充電する。

#### 【0122】

スタータ 174 は、エコラン ECU 230 からの制御によってエンジン 110 を始動する。電動油圧ポンプ 180 は、オートマチックトランスミッション 130 に内蔵され、エンジン ECU 240 からの制御によって、オートマチックトランスミッション 130 の内部に設けられた油圧制御部に対して作動油を供給する。なお、この作動油は、油圧制御部内のコントロールバルブにより、オートマチックミッション 130 内部のクラッチ、ブレーキおよびワンウェイクラッチの作動状態を調整し、シフト状態を必要に応じて切替える。

#### 【0123】

エコラン ECU 230 は、オルタネータ 50 および制御回路 20 のモード制御、スタータ 174 の制御およびバッテリー 10 の蓄電量制御を行なう。なお、オルタネータ 50 および制御回路 20 のモード制御とは、オルタネータ 50 が発電機として機能する発電モードと、オルタネータ 50 が駆動モータとして機能する駆動モードとを制御することを言う。また、エコラン ECU 230 からバッテリー 10 への制御線は図示されていない。

#### 【0124】

また、エコラン ECU 230 は、オルタネータ 50 に内蔵された回転角センサー 60 からの角度  $\theta 1$ ,  $\theta 2$ ,  $\theta 3$  に基づく回転数 MRN、エコランスイッチからの運転者によるエコランシステムの起動有無、その他のデータを検出する。

【0125】

燃料噴射弁 190 は、エンジン ECU 240 からの制御によって、燃料の噴射を制御する。電動モータ 210 は、エンジン ECU 240 からの制御によってスロットルバルブ 220 の開度を制御する。スロットルバルブ 220 は、電動モータ 210 によって所定の開度に設定される。

【0126】

エンジン ECU 240 は、エンジン冷却用ウォーターポンプを除く補機類 172 のオン/オフ制御、電動油圧ポンプ 180 の駆動制御、オートマチックトランスミッション 130 の変速制御、燃料噴射弁 190 による燃料噴射制御、電動モータ 210 によるスロットルバルブ 220 の開度制御、およびその他のエンジン制御を行なう。

【0127】

また、エンジン ECU 240 は、水温センサーからのエンジン冷却水温、アイドルスイッチからのアクセルペダルの踏み込み有無状態、アクセル開度センサーからのアクセル開度、舵角センサーからのステアリングの操舵角、車速センサーからの車速、スロットル開度センサーからのスロットル開度、シフト位置センサーからのシフト位置、エンジン回転数センサーからのエンジン回転数、エアコンスイッチからのオン/オフ操作有無、およびその他のデータを検出する。

【0128】

VSC-ECU 250 は、ブレーキスイッチからのブレーキペダルの踏み込み有無状態、およびその他のデータを検出する。

【0129】

エコラン ECU 230、エンジン ECU 240 および VSC-ECU 250 は、マイクロコンピュータを中心として構成され、内部の ROM (Read Only Memory) に書き込まれているプログラムに応じて CPU (Central Processing Unit) が必要な演算処理を実行し、その演

算結果に基づいて各種制御を実行する。これらの演算処理結果および検出されたデータは、エコラン ECU 230、エンジン ECU 240 および VSC-ECU 250 間で相互にデータ通信が可能となっており、必要に応じてデータを交換して相互に連動して制御を実行することが可能である。

#### 【0130】

エンジンシステム 200 の動作としては、既に公知であるアイドルストップ制御を行なうようにすればよい。具体的には、車両の減速や停車を各種センサの出力により検知することでエンジンを停止し、次に運転者が発進を意図した際（ブレーキやアクセルのペダル操作状況により検知可能である）にエンジンをオルタネータ 50 により起動するようにすればよい。エンジンシステム 200 においては、オルタネータ 50 を制御する制御回路 20 は、オルタネータ 50 の端面に設けられ、エコラン ECU 230 からの指示に従ってオルタネータ 50 を駆動モータまたは発電機として駆動する。そして、オルタネータ 50 を駆動モータまたは発電機として駆動する際において、制御回路 20 の MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 によって発生された熱は緩衝材 812 を介して電極板 81, 82A ~ 82C へ伝達され、MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 は、効果的に冷却される。

#### 【0131】

この発明による発電電動装置は、図 10 に示す発電電動装置 101 であってもよい。図 10 を参照して、発電電動装置 101 は、図 1 に示す発電電動装置 100 において MOS トランジスタ Tr1 ~ Tr6 と電極板 82A ~ 82C, 83 とをワイアボンディング (W/B) に代えて平面電極 91 ~ 96 によって接続したものであり、その他は、発電電動装置 100 と同じである。

#### 【0132】

平面電極 91 ~ 96 の各々は、銅系の材料からなり、厚さは 0.1 ~ 2.0 mm の範囲である。

#### 【0133】

平面電極 91 は、MOS トランジスタ Tr1 のソースを電極板 82A に接続する。平面電極 92 は、MOS トランジスタ Tr2 のソースを電極板 83 に接続する。平面電極 93 は、MOS トランジスタ Tr3 のソースを電極板 82B に接続

する。平面電極 94 は、MOS トランジスタ  $Tr_4$  のソースを電極板 83 に接続する。平面電極 95 は、MOS トランジスタ  $Tr_5$  のソースを電極板 82C に接続する。平面電極 96 は、MOS トランジスタ  $Tr_6$  のソースを電極板 83 に接続する。

#### 【0134】

図 11 は、図 10 に示す MOS トランジスタ  $Tr_1$  の平面図と MOS トランジスタ  $Tr_1$  および電極板 81, 82A の断面図とを示す。図 11 は、図 2 における配線 GL を平面電極 91 に代えたものであり、その他は、図 2 と同じである。

#### 【0135】

平面電極 91 は、MOS トランジスタ  $Tr_1$  のソース S を電極板 82A に接続する。そして、平面電極 91 は、半田付けにより MOS トランジスタ  $Tr_1$  のソース S および電極板 82A に接続される。この場合、Pb フリーの Ag-Cu-Sn 系の半田が用いられる。この半田は、通常の半田に比べ、熱伝導率が 2 倍程度高いため MOS トランジスタ  $Tr_1$  において発生した熱を平面電極 91 および電極板 82A に効率良く伝導でき、MOS トランジスタ  $Tr_1$  の放熱効果を高くできる。

#### 【0136】

ソース S は、好ましくは、Al-Ni-Au からなる。この場合、アルミニウム (Al) は、MOS トランジスタ  $Tr_1$  の材料であるシリコン (Si) に接するように形成される。すなわち、ソース S は、MOS トランジスタ  $Tr_1$  (Si) 上にアルミニウム (Al)、ニッケル (Ni) および金 (Au) を、順次、堆積することにより作製される。これにより、平面電極 91 を MOS トランジスタ  $Tr_1$  のソース S に半田付けするときの平面電極 91 と MOS トランジスタ  $Tr_1$  のソース S との接着力を向上できる。なお、ゲート G も、ソース S と同様に Al-Ni-Au によって作製してもよい。また、ソース S およびゲート G を Al-Ni によって作製してもよい。

#### 【0137】

平面電極 92 を MOS トランジスタ  $Tr_2$  のソース S および電極板 83 に接続する場合、平面電極 93 を MOS トランジスタ  $Tr_3$  のソース S および電極板 8



2Bに接続する場合、平面電極94をMOSトランジスタTr4のソースSおよび電極板83に接続する場合、平面電極95をMOSトランジスタTr5のソースSおよび電極板82Cに接続する場合、および平面電極96をMOSトランジスタTr6のソースSおよび電極板83に接続する場合も、平面電極91をMOSトランジスタTr1のソースSおよび電極板82Aに接続する場合と同じ半田が用いられる。その他は、図2において説明したとおりである。

#### 【0138】

図10に示すMOSトランジスタTr2~Tr6についても、MOSトランジスタTr1と同じように平面電極92~96によって電極板82B, 82C, 83に接続される。

#### 【0139】

このように、発電電動装置101においては、MOSトランジスタTr1~Tr6は、それぞれ、平面電極91~96によって電極板82A, 83, 82B, 83, 82C, 83と接続される。

#### 【0140】

図12は、図10に示すMOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇とバスバー面積/素子面積との関係を示す。図12において、曲線k1, k2は、配線GLによってMOSトランジスタTr1~Tr6を電極板82A, 82B, 82C, 83に接続した場合のMOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇とバスバー面積/素子面積との関係を示し、曲線k3, k4は、平面電極91~96によってMOSトランジスタTr1~Tr6を電極板82A, 82B, 82C, 83に接続した場合のMOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇とバスバー面積/素子面積との関係を示す。そして、曲線k3は、過渡時、すなわち、モータ動作時を意味し、曲線k4は、発電動作時を意味する。なお、曲線k1, k2については、図7において説明したとおりである。

#### 【0141】

図12を参照して、MOSトランジスタTr1~Tr6を平面電極91~96によって電極板82A, 82B, 82C, 83に接続することにより、モータ動作時においてMOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇を約35%低減でき

(曲線 k 1, k 3 参照)、発電動作時において MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の温度上昇を 3 ~ 6 % 低減できる (曲線 k 2, k 4 参照)。

【0142】

そして、素子温度上昇の許容限界以下の領域では、曲線 k 4 で表わされる発電動作時の方が、曲線 k 3 で表わされるモータ動作時よりも MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の温度が上昇する。したがって、この発明においては、平面電極 91 ~ 96 を用いた場合、曲線 k 4 において素子の温度上昇が許容限界以下になる面積比率以上の面積比率を有するように MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の面積と電極板 81, 82A ~ 82C の面積とを決定する。すなわち、面積比率 (= バスバー面積 / 素子面積) が 5 以上になるように、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の面積と電極板 81, 82A ~ 82C の面積を決定する。

【0143】

これにより、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  で発生した熱は、緩衝材 812 および平面電極 91 ~ 96 を介して電極板 81, 82A ~ 82C に伝達され、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の温度上昇が許容限界以下になるように MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  が冷却される。

【0144】

このように、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  を平面電極 91 ~ 96 によって電極板 82A, 83, 82B, 83, 82C, 83 と接続することにより、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  において発生した熱は、それぞれ、平面電極 91 ~ 96 を介して放熱される。その結果、発電電動装置 100 のように、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  をワイヤボンディング (W/B) によって電極板 82A ~ 82C, 83 に接続した場合、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の温度上昇が許容限界以下になるように MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  を冷却するには MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  に対する電極板 81, 82A ~ 82C の面積比率を 6 以上に設定する必要があるが、発電電動装置 101 のように、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  を平面電極 91 ~ 96 によって電極板 82A ~ 82C, 83 に接続した場合、MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  の温度上昇が許容限界以下になるように MOS トランジスタ  $Tr 1 \sim Tr 6$  を冷却するための M

OSトランジスタTr1～Tr6に対する電極板81, 82A～82Cの面積比率を6よりも小さい5に設定できる。

【0145】

したがって、MOSトランジスタTr1～Tr6の面積が一定である場合、MOSトランジスタTr1～Tr6を平面電極91～96によって電極板82A～82C, 83に接続することにより、電極板81, 82A～82Cの面積を小さくできる。

【0146】

なお、発電電動装置101をエンジンシステム200に適用できることは言うまでもない。

【0147】

この発明においては、オルタネータ50は、固定子および回転子を含み、発電機および電動機として機能する「モータ」を構成する。

【0148】

また、この発明においては、電極板81, 82A～82C, 83は、「バスバー」を構成する。

【0149】

さらに、この発明においては、電極板81は、「第1のバスバー」を構成し、電極板82A～82Cは、「第2のバスバー」を構成し、電極板83は、「第3のバスバー」を構成する。

【0150】

さらに、この発明による発電電動装置においては、素子面積とバスバー面積との面積比（バスバー面積／素子面積）は、5以上であればよい。

【0151】

この発明の実施の形態によれば、発電電動装置においては、発電機および駆動モータとして機能するオルタネータのコイルに流す電流を制御する複数のスイッチング素子は、複数のスイッチング素子を固定する電極板と同じ材質から成る緩衝材を介して電極板に固定されるので、複数のスイッチング素子を効果的に冷却することができる。

## 【0152】

また、この発明の実施の形態によれば、発電電動装置においては、発電機および駆動モータとして機能するオルタネータのコイルに流す電流を制御する複数のスイッチング素子の各々の面積と、複数のスイッチング素子を固定する電極板の面積との面積比率を6以上にしたので、複数のスイッチング素子を効果的に冷却できる。

## 【0153】

なお、本実施の形態においては、エコランECUとエンジンECUとを別体としていたが、それらの機能を統合して1つのエンジン制御ECUとして構成できることは言うまでもない。また、本実施の形態のトランスミッションは、AT（いわゆる自動変速機）に限らず、CVTやMTなどの公知の変速機を組合わせてもよい。

## 【0154】

さらに、本実施の形態では、エコランシステムであるが、モータにて大きな駆動力を発生できるハイブリッド自動車に適用できる。オルタネータ50については、他にも周知の発電電動機（モータジェネレータとも呼ぶ）に置換えても本発明を成立できる。車両の駆動やエンジンの始動に必要なトルクを与えられるような発電電動機を適宜選定すればよいことは言うまでもない。

## 【0155】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明による発電電動装置の平面図である。

【図2】 図1に示すMOSトランジスタTr1の平面図とMOSトランジスタTr1および電極板81、82Aの断面図とである。

【図3】 図1に示すA-A線における断面図である。

【図4】 図1に示すMOSトランジスタTr1の領域における断面構造図

である。

【図 5】 MOSトランジスタの従来の固定方法を説明するための断面構造図である。

【図 6】 MOSトランジスタと電極板との面積比率を計算するための平面図である。

【図 7】 素子温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係図である。

【図 8】 図 1 に示す発電電動装置およびバッテリーの回路ブロック図である。

【図 9】 図 1 に示す発電電動装置を備えるエンジンシステムの概略ブロック図である。

【図 10】 この発明による発電電動装置の他の平面図である。

【図 11】 図 10 に示す MOSトランジスタ Tr 1 の平面図と MOSトランジスタ Tr 1 および電極板 8 1, 8 2 A の断面図である。

【図 12】 図 10 に示す MOSトランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係図である。

【図 13】 従来の始動発電機の斜視図である。

【符号の説明】

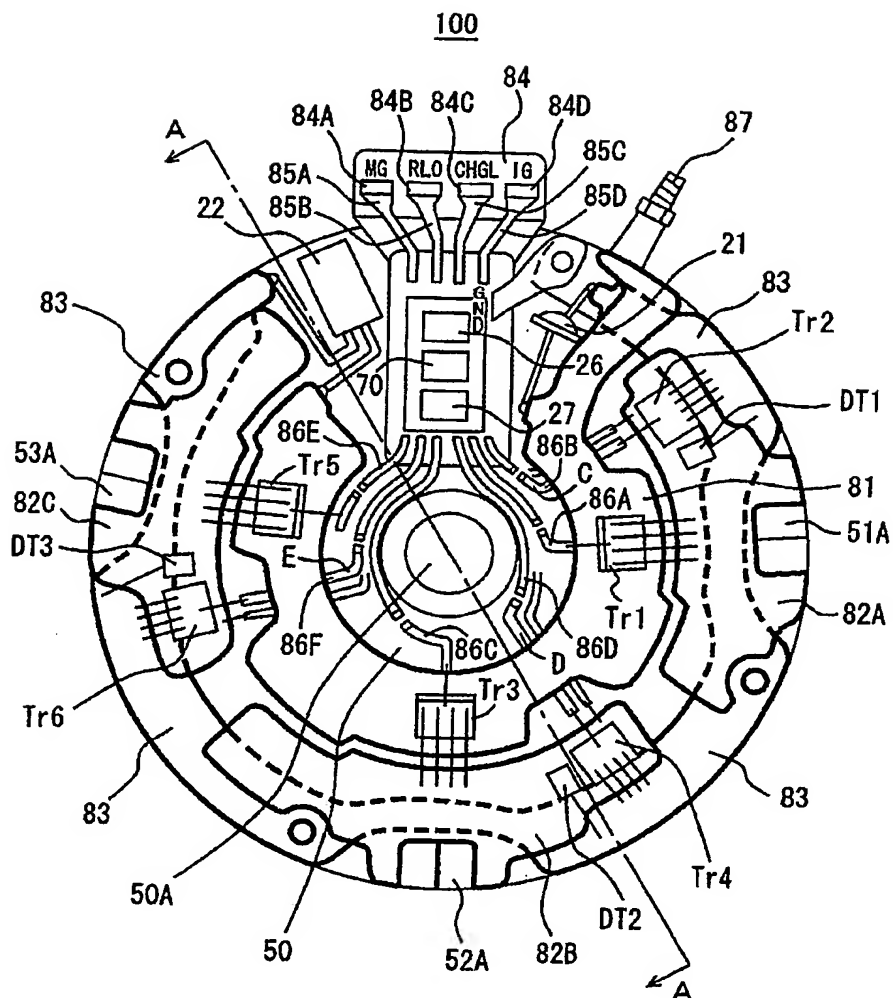
10 バッテリー、20 制御回路、21, DT1, DT2, DT3 ツェナーダイオード、22 コンデンサ、23 U相アーム、24 V相アーム、25 W相アーム、26 電源、27 MOSドライバ、28 同期整流器、29, 30 制御部、40, Tr 1 ~ Tr 6 MOSトランジスタ、41 ダイオード、50 オルタネータ、50 A, 301 B 回転軸、51 U相コイル、51 A, 52 A, 53 A 一方端、52 V相コイル、53 W相コイル、54 ロータコイル、55 ロータ、56, 57 固定子、58 ブラシ、60 回転角センサー、70 カスタム IC、81, 82 A ~ 82 C, 83 電極板、84 基板、84 A ~ 84 D 端子、85 A ~ 85 D, 86 A ~ 86 F, GL 配線、87 端子、91 ~ 96 平面電極、100, 101 発電電動装置、110 エンジン、110 a クランク軸、120 トルクコンバータ、130 オートマチックトランスミッション、130 a 出力軸、140, 150, 160 プーリ

、170 ベルト、172 補機類、174 スタータ、180 電動油圧ポン  
プ、190 燃料噴射弁、200 エンジンシステム、210 電動モータ、2  
20 スロットルバルブ、230 エコランECU、240 エンジンECU、  
250 VSC-ECU、300 始動発電機、301 モータ部、301A  
端面、302 駆動部、302A 筒部材、302B パワーモジュール、30  
3 半径方向、304 長手方向、811, 813 半田、812 緩衝材、8  
20 DBC、821 セラミック、822, 823 銅、830 ヒートシン  
ク、FU1, FU2 フューズ、L1 正母線、L2 負母線。

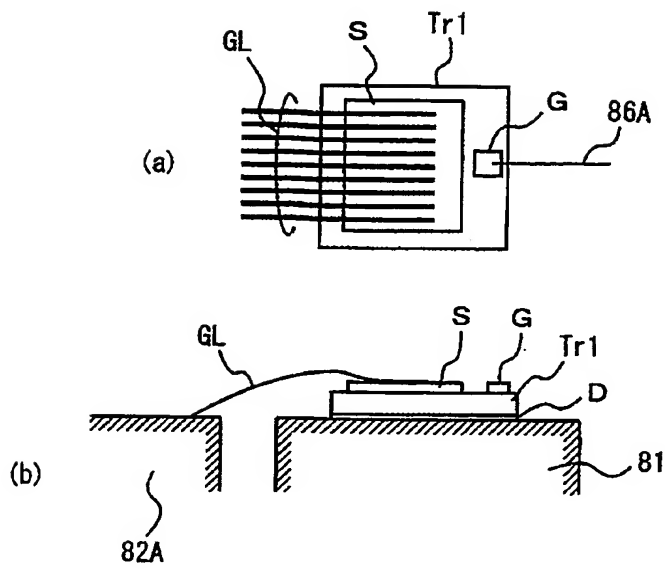
【書類名】

図面

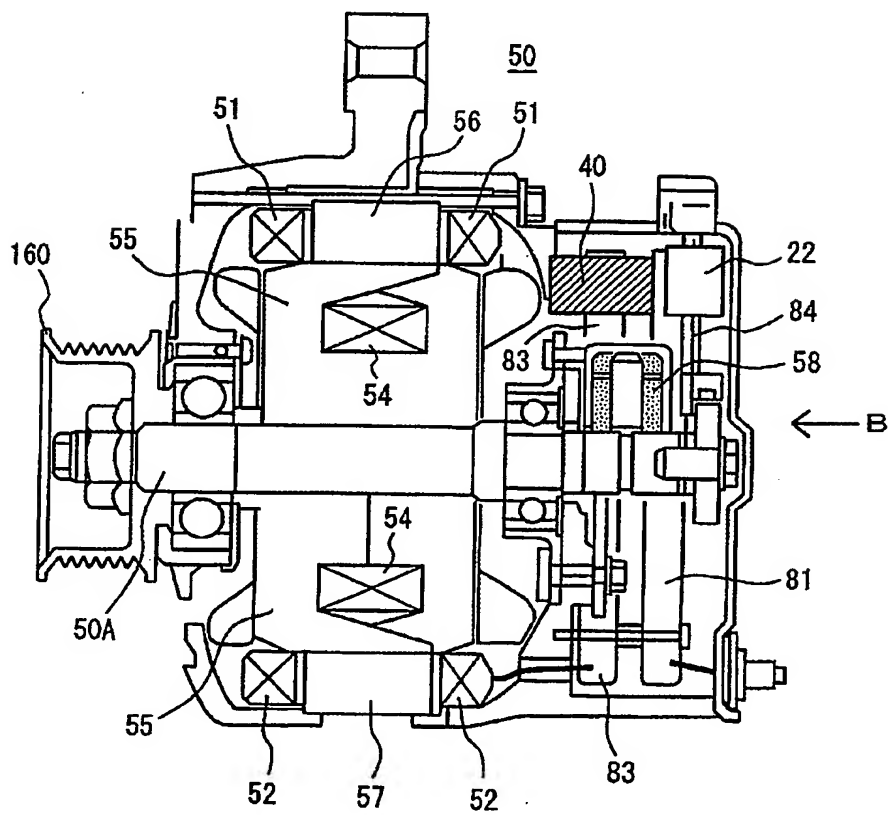
【図 1】



【図 2】

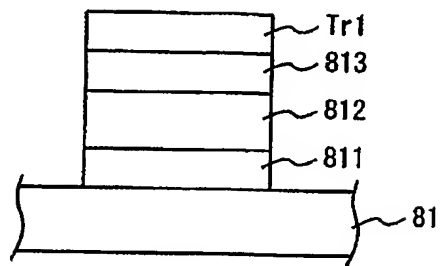


【図 3】

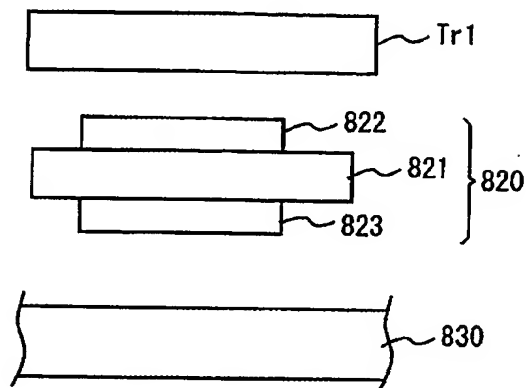




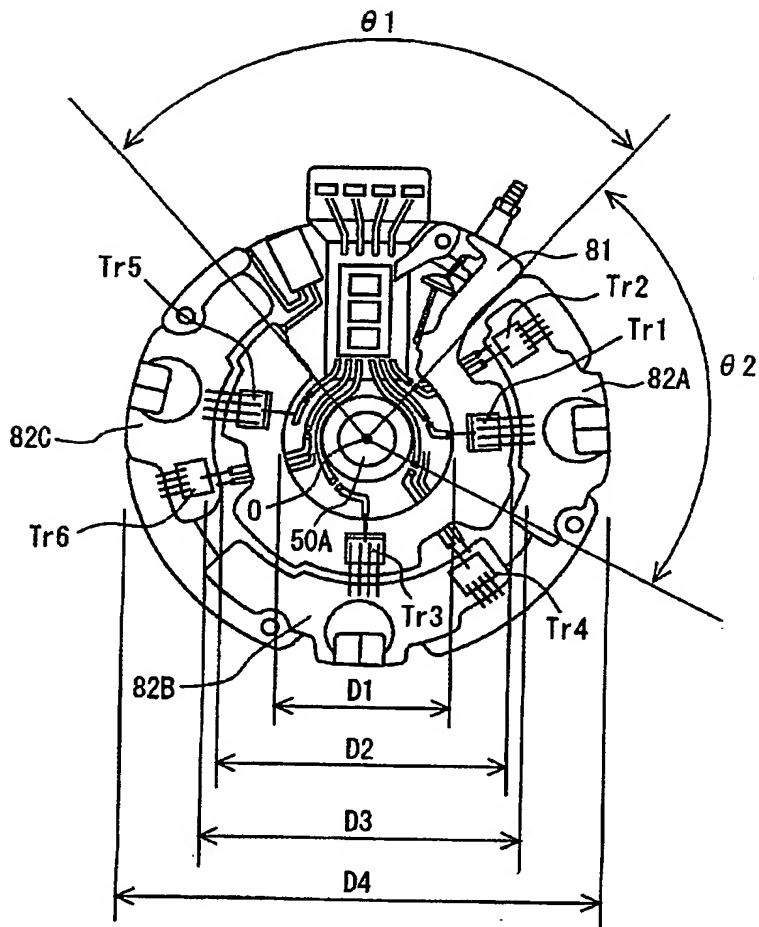
【図 4】



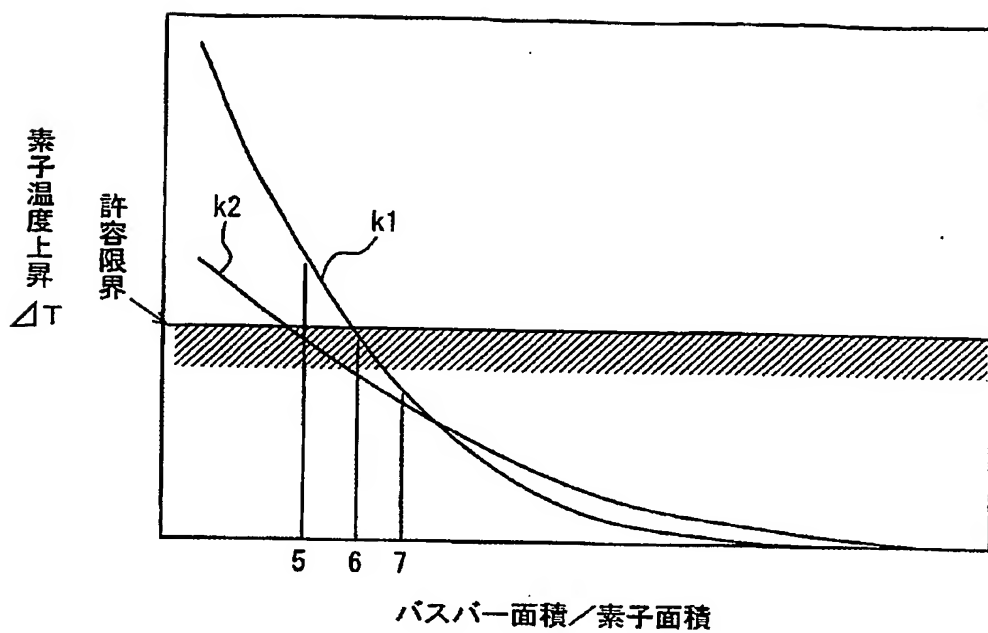
【図 5】



【図 6】

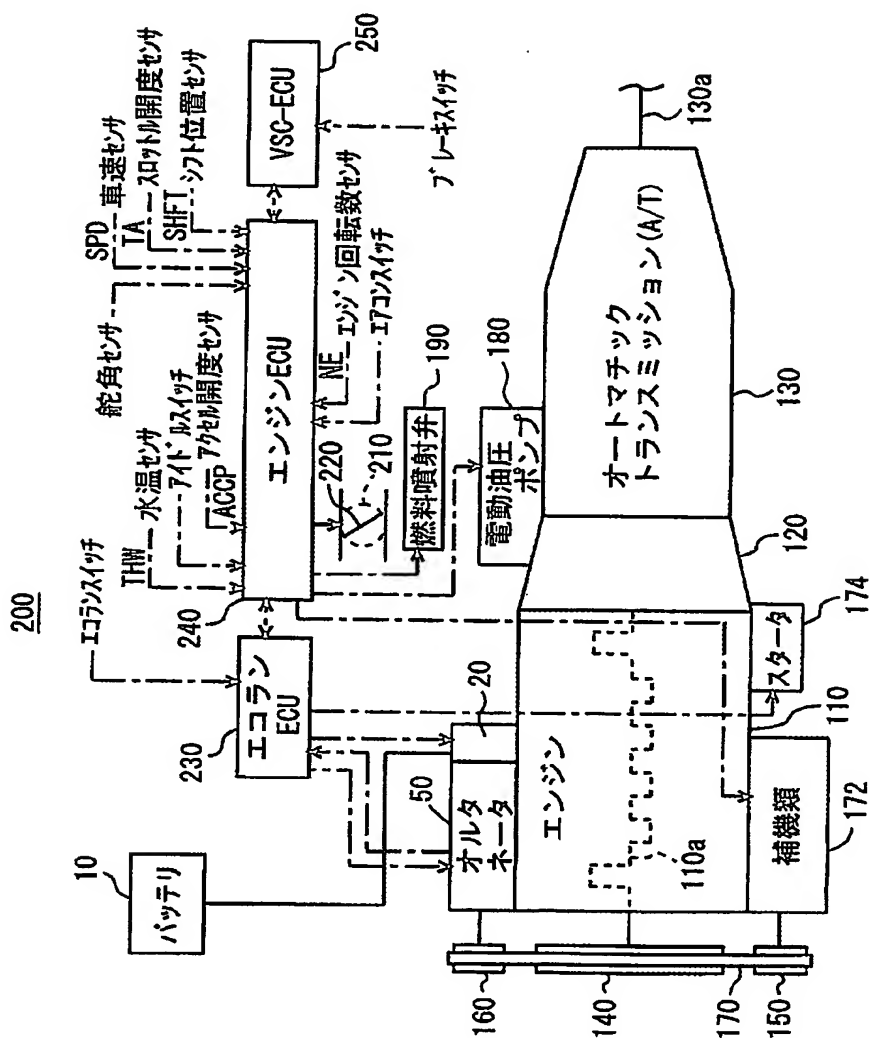


【図 7】



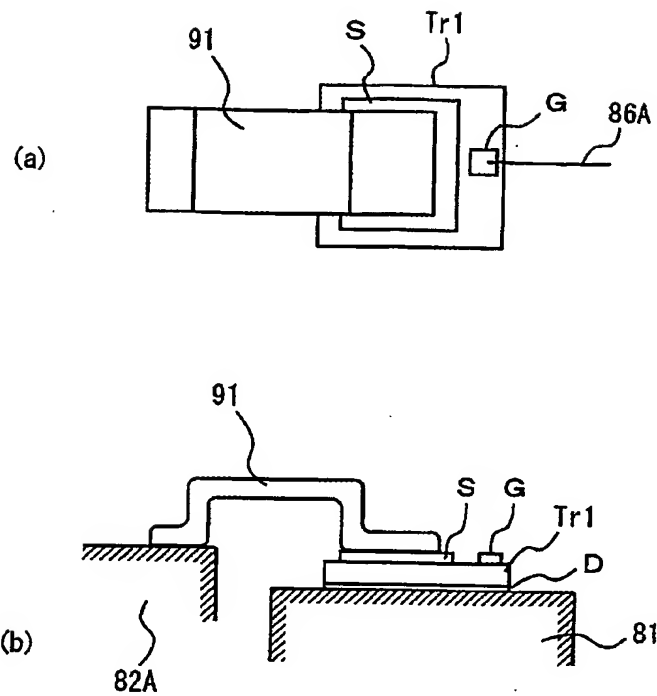


【図 9】

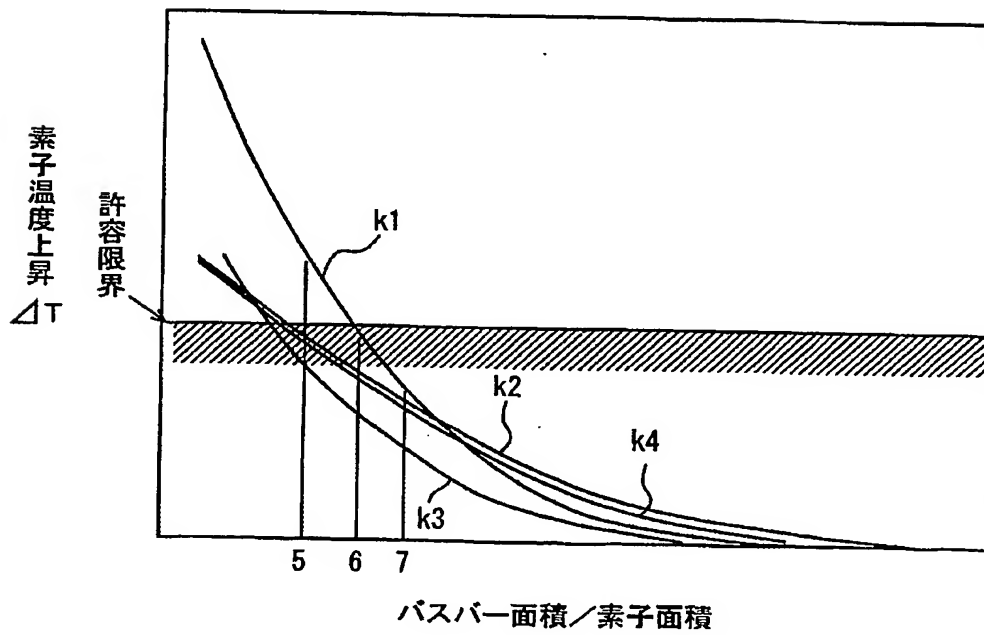




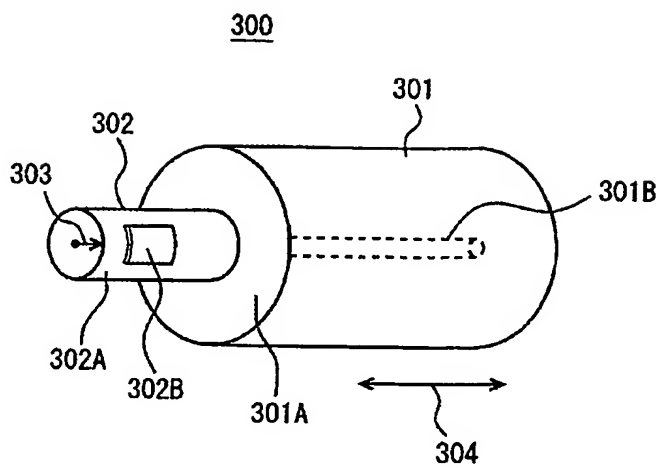
【図 11】



【図 12】



【図 13】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 制御回路の占有面積を低減し、かつ、スイッチング素子に対する冷却効果を有する発電電動装置を提供する。

【解決手段】 発電電動装置 101 は、電極板 81, 82A~82C, 83 と、MOS トランジスタ Tr1~Tr6 と、平面電極 91~96 とを備える。MOS トランジスタ Tr1, Tr3, Tr5 は、電極板 81 上に配置され、MOS トランジスタ Tr2, Tr4, Tr6 は、それぞれ、電極板 82A, 82B, 82C 上に配置される。平面電極 91, 93, 95 は、それぞれ、MOS トランジスタ Tr1, Tr3, Tr5 を電極板 82A, 82B, 82C に接続し、平面電極 92, 94, 96 は、それぞれ、MOS トランジスタ Tr2, Tr4, Tr6 を電極板 83 に接続する。MOS トランジスタ Tr1~Tr6 の各々の面積と電極板 81, 82A~82C の面積との面積比率は 5 以上に設定される。

【選択図】 図 10

特願 2003-203214

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月27日

新規登録

愛知県豊田市トヨタ町1番地  
トヨタ自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**